

УДК 621.72

## **ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ГАЗУ І ПОДАЧІ ЙОГО СПОЖИВАЧАМ**

**П.П.Гулька**

УМГ «Прикарпаттрансгаз», м. Івано-Франківськ

Основное внимание уделено особенностям ремонта дефектных участков магистральных газопроводов без их остановки. При этом учтена форма тела трубы для монтажа усиливающих бандажей, дефектных стыков для монтажа двухслойных усиливающих герметических муфт. Система ремонта внедрена на ГПА КС когенерационных установок и на турбодетанторных установках на ГРС. Оценены энергетические расходы и выходы природного газа через фланцевые соединения, штоки запорной арматуры и сбросные свечи во время проведения ремонта.

Basic attention is spared the features of repair of imperfect areas of main gas pipelines without their stop. The form of body of pipe is thus taken into account for editing of strengthening bracers, imperfect joints for editing of dvukhsloynnykh strengthening air-tight muffs. The system of repair is inculcated on GPA KS koegen-eratsyonnykh options and on turbodetantornykh options on GRS. Power charges and loss of natural gas are appraised through flantsevy connections, union coupling of constipation armature and candles of upcasts during conducting of repair.

**Енергозбереження** – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві, і реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

1 липня 1994 року Президентом України було підписано Закон “Про енергозбереження”, який визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об’єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян. Для реалізації завдань, визначених Законом у сфері енергозбереження, Указом Президента України від 26 липня 1995 р. № 666 було створено Державний комітет України з енергозбереження, який реорганізований в Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів Постановою Кабінету Міністрів України від 3 квітня 2006 року № 412.

Менше ніж за два роки Держкоенергозбереження було розроблено, а Кабінетом Міністрів України схвалено (постанова № 148 від 5 лютого 1997 р.) перший програмний документ про діяльність у сфері енергозбереження – “Комплексна державна програма енергозбереження України” (КДПЕ) до 2010 року, в якій для усіх галузей народного господарства, у тому числі і для нафтогазового комплексу, було визначено першочергові масштабні заходи з енергозбереження.

В розділі програми “Транспортування газу” пріоритетними напрямками енергозбереження визначені:

- заміна газотурбінних агрегатів на ГПА нового покоління;
- утилізація вторинних енергетичних ресурсів на компресорних станціях з газотурбінними газоперекачувальними агрегатами (ГПА);

– утилізація надлишкового тиску газу на ГРС та ГРП великих промислових споживачів.

Вказана Програма реалізується в УМГ „Прикарпаттрансгаз”. Так за останні роки на КС “Долина” та КС “Ужгород” введено в експлуатацію ГПА нового покоління типу Ц-16С (5 шт.) та Ц-6,3 (7 шт.) з більш високим ККД (34%, 31% відповідно).

Основним видом транспортування природного газу є трубопровідний. Магістральні газопроводи, газопроводи – перемички та газопроводи – відгалуження, що експлуатуються УМГ „Прикарпаттрансгаз”, забезпечують природним газом промислові підприємства, комунально-побутових споживачів і населення 5-ти областей України. Крім цього, УМГ „Прикарпаттрансгаз” забезпечує подачу природного газу на експорт в країни Європи.

Більшість магістральних газопроводів побудовані за останні 30 років. Враховуючи існуючий стан газопроводів, а також з метою забезпечення надійної та безпечної експлуатації газотранспортної системи виконуються широкомасштабні роботи з обстеження технічного стану, капітального ремонту та реконструкції ГТС.

Обсяг ремонтних робіт на газопроводах з кожним роком швидко зростає і вже перевищує обсяг будівництва. В цих умовах не останнє місце посідає удосконалення існуючих та створення нових високопродуктивних, надійних та безпечних методів виконання зварювальних робіт під час ремонту магістральних трубопроводів, що дозволяє значно скоротити планові та аварійні простої, уникнути витрат на стравлювання газу, а також виконувати інші види робіт без зупинки газопроводів. Тому будь-які зміни режиму роботи, однієї із національних ГТС, обов’язково впливають на роботу всієї газотранспортної мережі Європи.

З метою виявлення дефектів трубопроводів використовується інтелектуальний поршень фірми „Розен”. За результатами проведеної фірмою “Розен інжиніринг” внутрішньотрубної

дефектоскопії газопроводів „ДУГ-П”, „СОЮЗ”, „У-П-У”, „Прогрес”, „АТР” і „АЧБ” виявлено наявність дефектів як в тілі труби, так і на зварних швах трубопроводів.

Найбільш актуальним постало питання ремонту дефектних стиків на експортному магістральному газопроводі „СОЮЗ”, який прокладено в складних гірських умовах, що обумовлює технічну складність виконання робіт традиційними методами, тобто вирізанням «котушки» і заміною відрізка труби. Тому було надано велику увагу аналізу існуючих і розробці нових безвогневих методів ремонту діючих трубопроводів із застосуванням силових елементів на базі еластичних ущільнюючих матеріалів та клею.

Для безпечного проведення ремонтних і профілактичних робіт у багатьох випадках потрібна зупинка об'єктів або суттєве зниження робочого тиску газу в трубопроводах. Але це все призводить до скорочення обсягів подачі газу у систему, транспортування його через територію України, закачування в планових обсягах у підземні сховища (ПСГ). Рішення щодо капітального або профілактичного ремонту тієї чи іншої ділянки газопроводу приймається на основі діагностичних обстежень.

Вперше у практиці роботи ДК „Укртрансгаз” ремонт пошкодженої ділянки труби проводився на працюючому газопроводі при зниженому робочому тиску газу (~ 4,5 МПа). Контроль за виконанням здійснювали науковці з „Інституту проблем міцності” НАН України.

Для усунення дефектів на трубопроводі використовувались новітні технології:

- для ремонту зварних швів трубопроводів використовувались герметичні підсилюючі муфти (розробка „Інституту електрозварювання ім. Є.О.Патона” НАН України);

- для ремонту тіла труби використовувались підсилюючі бандажі (розробка ТОВ „Поліпромсинтез”).

Такий підхід забезпечує ефективне рішення щодо відновлення несучої здатності лінійної частини газопроводу з численними корозійними пошкодженнями стінки або поодинокими дефектами.

Щорічно проводиться заміна застарілих котлів і підігрівачів газу на ГРС, на сучасні з більш високим ККД (2006 р. 20 шт. та 15 шт. відповідно).

Економічна необхідність ресурсоенергозбереження в Україні стає не лише актуальною, але й вкрай необхідною для забезпечення в умовах дефіциту паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) часткової потреби в паливі, що дасть змогу заощадити значну його частку, як у натуральному, так і в грошовому еквіваленті. При цьому витрати на впровадження заходів з енергозбереження значно менші ніж ті, що потрібні для видобутку відповідної кількості палива.

23 березня 2006 року у м. Києві відбулася презентація „Енергетичної стратегії України на період до 2030 року”. Зі вступним словом до учасників презентації звернувся Президент України В.Ющенко. За його словами, одне з

головних завдань стратегії – активне залучення України до світового енергетичного ринку. Президент закликав міжнародних партнерів підтримати Україну на цьому шляху.

До 2015 року „Стратегією...” передбачається реконструкція усіх компресорних станцій, а до 2030 року – модернізація та технічне переоснащення усієї ГТС.

Впровадження в суспільне виробництво України систем комбінованого виробництва теплової та електричної енергії до цього часу в основному реалізувалося в теплоенергетиці тільки на ТЕЦ і в системі газотранспорту.

Цей захід належить до першочергових завдань розвитку економіки України з реалізації державної політики щодо енергозбереження з метою економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і збільшення використання альтернативних джерел енергії та видів палива для заміщення традиційних ПЕР з одночасним впровадженням екологічних заходів, спрямованих на поліпшення стану навколишнього природного середовища.

Одним із шляхів вирішення зазначених аспектів також є розвиток використання потенційної енергії надлишкового тиску природного газу в газотранспортних мережах України та впровадження когенераційних установок на ГПА КС.

На замовлення Держкоменергозбереження „Інститутом електродинаміки” НАН України (м. Київ) проведено аналіз енергетичного потенціалу надлишкового тиску природного газу в газотранспортних мережах областей України, в якому взято до уваги розроблене ВАТ „ІВП „ВНІПТРАНГАЗ” (м. Київ) техніко-економічне обґрунтування використання утилізаційних турбодетандерних установок різної потужності на газорозподільних станціях.

Україна має достатній науково-технічний потенціал, відпрацьовані технології та виробничі потужності, які здатні забезпечити розробку та виробництво високоєфективних турбодетандерних установок різної потужності, будівництво та експлуатацію турбодетандерних електростанцій. Так, виробничі потужності АТ „Мотор-Січ” (м. Запоріжжя), ВО „Енергія” та АТ „Констар” (м. Кривий Ріг) дають змогу виробляти турбодетандерні установки потужністю 0,1-6,0 МВт як для внутрішнього, так і для зовнішнього ринків. ВАТ „СМНВО ім. М.В.Фрунзе” (м. Суми), ДНВП „Машпроект” (м. Миколаїв) та ВО „Зоря” також розробили на поточний момент низку ТДУ і готові розпочати їх випуск (за умови визначення потреби в них на найближчі роки, а також розробки схеми фінансування виробництва та впровадження ТДУ).

На основі багаторічних фундаментальних досліджень розроблена концепція та науково-технологічна база для створення нових електроенергуючих потужностей в країні на основі широкомасштабного застосування когенераційних технологій в сфері теплозабезпечення, промислових теплотехнологій, транспорту природного газу та теплоенергетики, а також запропонований новий підхід у реалізації когене-

раційних технологій, що принципово відрізняється від зарубіжної ідеології застосування когенерації. Він ґрунтується на ідеї надбудови існуючих теплогенеруючих потужностей електрогенеруючими установками з газотурбінними чи газопоршневими двигунами, що скидають відпрацьовані гази в топку котла, і організацією процесу теплогенерування шляхом спалювання природного газу та інших палив в потоці відпрацьованих газів теплового двигуна. Цей підхід забезпечує найбільшу (з технічно можливих рішень) ефективність корисного використання теплоти згоряння палива (понад 92%), що дає змогу генерувати електроенергію в когенераційному циклі з питомими витратами палива менше 140 г у.п. на 1 кВт-год. Для порівняння цей показник для існуючих конденсаційних електростанцій складає понад 380 г у.п./кВт-год.

Концепція реалізації когенераційної програми ґрунтується на таких основних положеннях:

1. Поряд з реанімацією найбільш працездатного і ефективного енергетичного обладнання, що буде складати базову частину нашої енергетики, створюються мережа міні-ТЕЦ на основі будівництва когенераційних установок безпосередньо у споживачів теплової та електричної енергії і виводяться з експлуатації найбільш застарілі і відпрацьовані теплові конденсаційні електростанції;

2. Когенераційні установки створюються на основі теплогенеруючих потужностей, в яких природний газ є безальтернативним паливом (муніципальне теплозабезпечення, технологічні процеси, транспорт природного газу, теплові електростанції);

3. При модернізації теплоенергетичного обладнання реалізується не одна, а комплекс ресурсоенергозберігаючих технологій з метою загального зменшення витрат палива;

4. Реалізація проектів виконується із залученням коштів приватних інвесторів;

5. Втілення проектів ґрунтується на переважному застосуванні обладнання вітчизняного виробництва.

Когенерація, як засіб створення нових електрогенеруючих потужностей, характеризується такими рисами:

- найбільша в теплоенергетиці ефективність корисного використання палива (понад 90%), що забезпечує найменші в енергетиці питомі витрати палива на виробництво 1 кВт-год. електроенергії;

- порівняно невеликі питомі капіталовкладення в будівництво – 400-600 дол. США на встановлений електричний кВт;

- малі терміни самоокупності – від 1,5 до 3,5 років;

- малі терміни будівництва – від 0,5 до 1 року.

#### ***Проблемні аспекти, які потрібно вирішувати в першу чергу***

Одним із бар'єрів є те, що в діючих на сьогодні „Правилах користування електричною енергією”, затверджених постановою НКРЕ від

31.07.96 р. № 28 і зареєстрованих в Мінюсті України за №417/1442 (абзац за редакцією “Компанія, що поставляє електричну енергію за регульованим тарифом, укладає договір з постачальником за нерегульованим тарифом на транспортування електричної енергії, в якому обов'язково передбачається покриття всіх витрат зазначеної компанії”), на жаль, не передбачені взаємовідносини між електропередавальною, електропостачальною організаціями та суб'єктами господарювання, які мають бажання працювати в когенераційних режимах. На практиці, враховуючи режими роботи ГРС, це призводить до неузгодженості технології передачі виробленої ТДУ електроенергії до загальної мережі та породжує дуже високу вартість з підключення за вимогами електропередавальних організацій, що зрештою, відбивається на ефективності використання ТДУ і гальмує темпи нарощування обсягів рекуперації енергії за рахунок використання скидного енерготехнічного потенціалу. „Обленерго” підключає до своїх електромереж, як правило, об'єкти електричної потужністю починаючи з 20 МВт, що негативно впливає на збільшення розвитку виробництва та використання електричної енергії, виробленої на об'єктах альтернативної енергетики.

Також існують проблемні питання щодо визначення власника когенераційної установки і розподілу отриманого прибутку між власником діючого об'єкта та підприємством, яке знайшло інвестора і пропонує здійснити облаштування існуючого об'єкта когенераційним або тригенераційним обладнанням.

Необхідно також щоб оплата за виробництво, передачу та розподіл електричної енергії, виробленої з альтернативних джерел, не відрізнялась від оплати за енергію з традиційних джерел.

Ці питання необхідно буде визначити на законодавчому рівні в процесі роботи над проектом Закону України “Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії та використання скидного енергетичного потенціалу”.

Виконання гнучкої стратегії організації широкомасштабного впровадження зазначених вище заходів дасть змогу виконати в Україні заплановані Урядом заходи з енергозбереження щодо нарощування обсягів економії паливно-енергетичних ресурсів та виробництва додаткових обсягів енергії з вторинних ПЕР для введення України з кризового стану.

Тема економного споживання енергоресурсів постала не зараз, а одночасно з отриманням незалежності України. Проте її важливість стала помітна тоді, коли світові ціни на паливо стрімко зростали і продовжують далі зростати.

У своєму радіозверненні від 11 лютого 2006 року Президент України В.Ющенко зазначив: „Ми повинні разом знайти відповідь на питання, як ефективно працювати в нових умовах. Впевнений – на часі запровадження нових енергозберігаючих технологій, заміна старого обладнання на сучасне й економне. Уряд підтримуватиме інвестиції бізнесу в енергозбереження через спеціальні податкові і тарифні

пільги. Це – загальноєвропейська тактика, яку має провадити і Україна”.

Формування нової політики енергоефективності – це завдання національного масштабу.

Тому в Україні протягом наступних років має проводитися дієва, а не декларативна програма підвищення енергоефективності української економіки.

УДК 681.518.22:681.513.1

## ФУНКЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ АНТИПОМПАЖНОГО ЗАХИСТУ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТИВ НА ДОКАЧУЮЧИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ

С.Г.Гіренко

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 40534

e-mail: kafatp@ac.nung.edu.ua

*Рассматриваются новые функции системы автоматизации дожимных компрессорных станций подземных хранилищ газа. Предложенные материалы основаны на результатах научных исследований и анализе производственного опыта. Показано, что эти функции дают возможность обосновано разработать методологические основы для создания систем автоматизации защиты компрессора от помпажа.*

*In this article we suggest new function of compression station automation system. Our offers based on results of science research and analysis research of industry experience. It is shown that these functions give an opportunity to develop methodological bases for automation system protection gas compressor from pumpage desine.*

Синтез ефективних автоматизованих систем антипомпажного захисту та регулювання відцентрових нагнітачів газоперекачувальних агрегатів є актуальним науково-практичним завданням у зв'язку з інтенсивним впровадженням комп'ютерно-інтегрованих технологій [1] на компресорних станціях газотранспортної системи України, яка складається з магістральних газопроводів, розподільчих мереж і газосховищ.

Система об'єднує 72 компресорні станції (122 компресорних цехи) і 13 підземних сховищ з найбільшим у Європі, після Росії, активним об'ємом газу – понад 32 млрд.куб.м або 21,3% від загальної європейської активної ємності. Мережа підземного зберігання газу України містить чотири комплекси: Західноукраїнський, Київський, Донецький та Південноукраїнський [2].

Проте аналіз літературних джерел (наприклад, [1÷4, 6 та ін.]) свідчить про недостатній обсяг проведених досліджень в контексті реалізації основних функцій систем автоматизованого антипомпажного захисту та регулювання відцентрових нагнітачів газоперекачувальних агрегатів на докачуючих компресорних станціях підземних сховищ газу.

Тому метою даної статті є визначення головних функцій системи автоматизованого антипомпажного захисту та регулювання відцентрових нагнітачів газоперекачувальних агрегатів на докачуючих компресорних станціях підземних сховищ газу.

Термін “помпаж” (франц. *rompage*) використовується для визначення шкідливого явища, яке спостерігається під час роботи на трубо-

провідну систему лопаткових компресорів, вентиляторів і насосів та супроводжується появою пульсації подачі та тиску.

Помпаж системи “відцентровий нагнітач (ВЦН) газоперекачувального агрегату (ГПА) – гідравлічна мережа (сукупність трубопроводів)” являє собою автоколивальний процес обміну енергією між частинами цієї системи “нагнітач – ГПА – трубопровід”. Втрата стійкості системи виникає за неузгодженості витратно-напірних характеристик ВЦН та трубопроводу. Першопричиною помпажу є зривні явища, що розвиваються в прилеглому шарі потоку газу на лопатках робочого колеса в міру зниження витрати ВЦН до порогового (помпажного) рівня  $Q_p$ . Якщо помпаж не контролюється, ВЦН може вийти із ладу. Уникнення помпажу можливе тільки за гарантованого перевищення витратою порогового значення  $Q_p$ , що забезпечується роботою системи антипомпажного регулювання (антипомпажного регулятора АПР).

Величина порогового рівня витрати  $Q_p$  визначається параметрами еквівалентної мережі (тиск та вихідний гідравлічний опір, що залежить від кількості паралельно працюючих агрегатів та їх навантаження; гідравлічні ємність та індуктивність), типом ВЦН, частотою його обертання і станом проточної частини (індивідуальні конструктивні особливості, ступінь спрацьованості) та параметрами газу (молекулярний склад, температура, густина, вологість). Турбулізація вхідного потоку ВЦН пульсації тиску на стороні всмоктування або нагнітання (вплив інших агрегатів компресорного цеху) виконують роль каталізатора в розвитку зривних явищ, які спотворюють витратно-напірну